

特別支援教育専攻学生による「科学ヘジャンプ」のワークショップ実践

青柳 まゆみ (愛知教育大学特別支援教育講座)
鈴木 南帆子 (愛知教育大学大学院教育学研究科)
竹原 かな (愛知教育大学大学院教育学研究科)

要約 本研究は、愛知教育大学の特別支援教育専攻学生が関わった視覚障害児向け教育プログラム「科学ヘジャンプ」のワークショップ実践の記録を整理したものである。①化学実験を通してせっけんの成分を知り、界面活性剤の分子模型の操作から汚れが落ちる仕組みを考えるワークショップと、②形や大きさの異なる様々な具体物の浮き沈みを確かめる実験と、その結果を粘土で再現する活動を通して船が水に浮く仕組みを考えるワークショップの二つを実践した。参加者の活動の様子や発言内容の分析から、児童生徒が両者の題材に興味・関心を持ち、新しい学びを得たことが確認できた。また、ワークショップの立案から実施に関わった学生たちに対しても、題材の背景となる知識を重視することや主体的に学ぶ手段を提供することの意義について、大学の授業での学びを補完する機会を提供できたと考える。

キーワード: 視覚障害 理科 化学実験 体験活動

I はじめに

1. 科学ヘジャンプ事業とは

科学ヘジャンプとは、視覚障害のある児童生徒を対象とした教育プログラムであり、合宿型の全国版イベント(サマーキャンプ)と、日帰り型の地域版イベント(全国8地域)がそれぞれ開催されている。

本事業は、「科学への興味は単に話だけでなく、実際に見て触って感動を味わうところから生まれてくるが、教育現場で視覚に障がいがある生徒たちにもそれを可能にするための環境は甚だ不十分な状況にある。(中略)目が見えなくても、あきらめることなく科学への夢をはぐくんで果敢に挑戦して頂きたい。」という主催者代表の願いをきっかけとして、2008年のサマーキャンプからスタートした(鈴木, 2016)。以後、視覚特別支援学校や通常の学校に在籍する多くの児童生徒がこのプログラムに参加している。

科学ヘジャンプでは、90分を1単位としたワークショップ(以下、WS)が実施されており、理科、数学、社会、ICT、ものづくりなどの様々な分野から題材が選ばれている。

2. 本学学生のこれまでの関わりについて

科学ヘジャンプには、本事業の開始当初より、実行委員が所属する大学等の学生が、サポートスタッフとして関わっている。愛知教育大学では、2014年度より特別支援教育を専攻する学生が本事業のイベントへの参加を開始した。

活動内容としては、当初は参加児童生徒の移動補助やWS補助、運営業務全般の補助などが中心であったが、2015年度以降は、サマーキャンプにおける調理体験の企画・運営、地域版における昼休み交流会の企画・運営なども担当するようになった。WSの立案から実

践までの一連の流れに本学の学生が関わったのは2018年の地域版イベントが初回であり、月の満ち欠けの「現象」を「原理」から推測させようとする内容であった(竹原・青柳・幅, 2020)。

3. 本研究の目的

2021年度は、東海地区の地域版イベント「科学ヘジャンプ・イン静岡2021」において、学生主体のWSを2件実施した(同WSの講師および補助員を、全て学生が担当した)。参加者は、特別支援教育を専攻する学部1年生から大学院生まで計20名であり、視覚障害教育を専門とする大学教員1名(第1著者)がスーパーバイザーとして関わった。

本研究では、この二つのWSの題材設定から実際のシラバス作成までの流れを整理し、WS参加児童生徒の様子等も参考にしながら、学生たちが主体となって提案した今回のWSの内容の有効性について分析する。加えて、WSの立案から実施までを担当した特別支援教育専攻学生が得た学びの内容や今後の課題についても考察する。

II ワークショップの立案・実践および評価

1. ワークショップ選定の観点

鳥山(2020)は、教師の専門性として第一に必要な要素は、指導すべき内容の本質を理解し、それを視覚に依存しないで教えることができる教師の力量、すなわち各教科の指導内容に関する専門性であると述べている。これは、特別支援学校の教員免許状を取得しようとする学生たちにとっても非常に重要な学びの視点である。科学ヘジャンプのWSにおいては、学校や大学の教員、研究者、博物館の学芸員、動物園の飼育員など、様々な分野の専門家によって、題材の本質に迫る

実践が展開されている。そのため今回のWSについても、教えたい・伝えたい内容を精選して明確にすること、指導者が題材の背景となる知識を可能な限り事前に得ることなどを重視して、受講者から「(学ぶことが) 楽しい」という声が聞かれるWSを目指すこととした。

次に重視すべきことは、児童生徒自らの体験活動を通して、知識を得たり、考えたり、疑問をもったりできるような展開を保証しなければならないという点である。科学ヘジャンプの参加経験者によるシンポジウムにおいて語られた「音の波形を自分で確かめるWSが音大の授業での学びに直接つながった」「インクルーシブ教育を受けていた自分にとって、ユリの花を分解して調べるWSは衝撃的だった」などの感想(青松・清和, 2018)からも、視覚障害に配慮した体験活動の重要性が伺える。よって今回のWSにおいても、参加者の見え方や生活経験、発達段階等に即した体験活動の内容を丁寧に検討することとした。

以上の2点を中心に、環境面、安全面等の視点を加えた観点表を作成した(表1)。

表1 ワークショップ選定の観点

内容全般	<ul style="list-style-type: none"> ・アカデミックな学びが得られる題材か ・対象児童生徒の発達段階や見え方の範囲に、どの程度対応できる内容か ・児童生徒自身が考え、試行し、確かめられる活動が含まれているか ・児童生徒が楽しく活動できる内容か ・児童生徒同士のコミュニケーションが保証できるか ・オンラインの利点を生かせる内容か ・90分間に過不足なく収まる内容か
実現の可能性	<ul style="list-style-type: none"> ・安全に実施できるか ・(実験などに)再現性があるか ・衛生管理上の問題はないか ・受け入れは何人まで可能か ・どのような条件の教室が必要か ・会場校から借りる設備・備品として何が必要か ・消耗品の予算はどの程度必要か ・スタッフは何人必要か

学生が複数の題材を持ち寄り、表1の観点表に照らして検討した結果、①せっけんの成分を知り、汚れが落ちる仕組みを考えるWS、②ものの浮き沈みの特徴を確かめながら、なぜ船が浮くのかを考えるWSの2件に決定した。

その後、学生が話し合いや予備実験を重ねて具体的

な内容を構成し、科学ヘジャンプ東海地区実行委員会主催の「ワークショップ検討会」における意見も反映した上で、シラバスを完成させた。なお、2021年度のイベントは2会場を結んでのオンライン開催であったが、学生企画のWSはいずれも1会場のみでの実施であったため、表1にある「オンラインの利点を生かせる内容か」という観点は考慮する必要がなかった。

2. ワークショップ「せっけんの不思議」

(1) 題材設定の理由

新型コロナウイルス感染症の拡大が続く近年においては、手洗いや消毒の徹底が求められ、せっけんを使う機会が増えている。ウイルス除去に有効であるとされるせっけんについて、その成分や働きなどを改めて考えてみる本題材は、身近ゆえに児童生徒が関心を持ちやすいと考えた。また本WSには、参加者自身が主体的に道具を操作し、保有する感覚で結果を確かめながら、見通しを持って取り組むことのできる化学実験が含まれている。

以上の理由により、時代を反映し、生徒が主体的に学びを深めることができるWSになるのではないかと考えた。

なお検討当初は、実際に自分で素材からせっけんを作ってみる活動をWSの最後に配置しようと考えた。しかし、先に行った成分の取り出しとせっけんの製作が直観的に結びつくような工程を重視しようとする、毒性のある薬品を使うこととなり、安全面で心配があったため、今回は断念することとした。

(2) 主な工夫点と配慮事項

1) せっけんの成分や性質を確かめる化学実験

本WSの実験は、電子レンジ、酢、食塩など、全て身近な道具や材料で行うことができる。加えて、見えない・見えにくい生徒が見通しを持ち、安全に実験を進められるように、浜田(2011)を参考に主に2つの配慮を行った。

まず、道具の形状についてである。見えない・見えにくい生徒が一連の実験を自ら行えるようにするためには、安定性があり、両手が空くような濾過装置が必要であった。そこで、安定的に自立し、生成物が触りやすいものになるような装置を使用した。装置は、底から約三分の一の高さで切断した2Lのペットボトルの切断面にガーゼを被せ、輪ゴムで留めて作成した。

次に、物の配置についてである。道具を配置するトレーと作業を行うトレーの2種類のトレーを用意し、実験で使用する道具や材料を自分で扱えるようにした(図1)。道具を配置するトレーの中には、手前側に紙コップに入った砂糖水、酢、食塩水、せっけん水、奥側に液体を混ぜる容器、スプーン、濾過装置を並べた。



図1 化学実験を行っている様子

2) モデル教材の作成

せっけんで汚れが落ちる仕組みを学ぶためには、油汚れと疎水基（親油基）が引き合う、油汚れが素材から引き離される、疎水基（親油基）を内側に親水基を外側に向けた集まりであるミセルの内部に汚れが取り込まれるなどという一連の過程を知る必要がある。この過程は界面活性剤のイラストとともに図解して教えることが多いが、今回は見えない・見えにくい生徒にも分かりやすいようなモデル教材を作成した。

モデル教材は疎水基（親油基）と親水基をもつ界面活性剤の分子模型（1人25個）と、油汚れに見立てた模型（1人1個）の2種類である。界面活性剤が油汚れを取り囲む様子を、これらの教材を操作しながら確認することとした（図2）。

界面活性剤の模型は、① 7cmに切断したストローの両端にネオジム磁石をはめ込む、② 青色の紙粘土を直径約3cm大に丸める、③ ①を②に押し込む（ストローの端が紙粘土の球の反対側の表面に届く深さまで）という手順で作成した。

油汚れの模型は、ペットボトルキャップ2つの口の部分を合わせ、外側にステンステープを巻いて作成した。なお、生徒が模型を操作しながら試行錯誤できるよう、界面活性剤の疎水基（親油基）側と親水基側のどちらも油汚れの模型に磁石で付くようにした。



図2 モデル教材を操作している様子

(3) ワークショップシラバス

以上を踏まえて作成したシラバスを表2に示す。

(4) ワークショップの評価

本WSには、中1から中3までの生徒5名が参加した（点字使用3名、墨字使用2名）。参加者が本WSから得た学び、および内容・教材等の課題点について、ビデオカメラで記録した映像や生徒の発言等を参考にしながら以下に考察する。

<せっけんの成分や性質を確かめる化学実験>

電子レンジで温められたせっけんを触った際には、元のせっけんとの変化に驚く反応が見られ、「大きくなった」「ふわふわ」「(つぶすと)ボロボロになった」などの声が聞かれた。そして、「気体の成分が入っているのかな」「強く触った時に割れたということは、中に空洞ができたのかな」と予想を立てる姿が見られた。

酢にせっけん水を加えてできた生成物（脂肪酸）を触った際には、「ガムみたい」「柔らかいせっけんみたい」「ふわふわしている」という声が聞かれた。弱視の生徒からは酢にせっけん水を加えた際に「色が変わった」「白いつぶつぶが出てきた」という反応もあった。また、手に付いた脂肪酸を水で洗う際には、予想と違って泡立たないことやぬるぬるした感触に驚く反応が見られ、「最初の時（バターの付いた手を洗う活動）みたい」という声が聞かれた。

<界面活性剤の構造や働きを知る活動>

界面活性剤の構造を知る活動では、親水基と疎水基（親油基）を「棒のところと丸いところ」、全体を「まち針（のような形）」などと述べ、模型の特徴を捉えていた。そして、界面活性剤の働きを考える活動では、「親油基が油汚れと仲よしなので一緒にしてあげようかな」などと思考し、全員が自ら界面活性剤の模型の疎水基（親油基）側を油汚れの模型に付ける様子が見られた。界面活性剤に覆われた油汚れがその後どうなるかという問いかけには、「(水と)一緒に流れていく」という生徒の発言に他の生徒が同意しており、界面活性剤の構造や一連の働きがモデル教材によって具体的にイメージされたことが伺えた。

<硬水中と軟水中の泡立ちの違いを比べる実験>

硬水の実験では、「(先ほどと泡立ち方が)違う」「泡の量が少なくなった」「泡立ちはするけどベトベトする」という声が聞かれた一方で、軟水と同じように泡立つ生徒もいた。予備実験では、硬水では泡立たないという結果であったが、せっけんの量や水の温度など条件を変え、安定した結果が出るようにさらなる教材研究を行う必要があった。

表2 「せっけんの不思議」シラバス

テーマ	ねらい	学習活動/指導上の留意点
I 導入	1. せっけんの働きを体感する。	<ul style="list-style-type: none"> ・手に付いたウイルスを落とすためにはどうしたらいいかを考える。 ※せっけんで手を洗うと答えた生徒には、水だけで手を洗ってはいけないのかと重ねて問いかける。 ・ウイルスに見立てたバターを手に塗り、水のみで手を洗う場合と固形せっけんを使って手を洗う場合の違いを確かめる。 ※ウイルスは脂質の膜で覆われており、今回は油であるバターをウイルスに見立てることを伝える。
	2. 生徒の既有知識を確認する。	<ul style="list-style-type: none"> ・せっけんについて知っていることを出し合い、共有する。
II せっけんの成分や性質	1. せっけんに水が含まれていることを知る。	<ul style="list-style-type: none"> ・電子レンジで温める前後のせっけんを触り比べる。 ・せっけん中の水分が電子レンジで温められることによって気化（蒸発）し、それによりせっけんが膨らんだことを確認する。
	2. せっけんにアルカリと脂肪酸が含まれていることを知る。	<ul style="list-style-type: none"> ・せっけん水に、それぞれ砂糖水・酢・食塩水を加えて濾過する。 ・せっけん水と酢が反応してできた「脂肪酸」は、せっけんのアルカリ成分が（酸性である）酢と中和して生じたものであることを確認する。 ※触察時に手に付いた脂肪酸を水のみとせっけんの両方で洗うことで、導入時のバターの付いた手を洗う感触を思い起こし、脂肪酸が油のような性質をもつことを体感できるようにする。
	3. 実験のまとめ	<ul style="list-style-type: none"> ・せっけん水と食塩水が反応すると、せっけんの塊が生じる。これは、せっけんよりも食塩の方が水を引き付ける力が強く、水分を奪われたせっけんが固形となって浮いてくるためであることを確認する。 ※今回の実験は簡易的なものであるため、できたせっけんの塊には不純物が多く含まれ、泡立たない可能性が高いことを補足する。
III せっけんで汚れが落ちる仕組み	1. 界面活性剤の構造を知る。	<ul style="list-style-type: none"> ・模型を使って、せっけんは水になじみやすい「親水基」と油となじみやすい「疎水基（親油基）」の両方をあわせもつ物質が集まってできていることを確認する。
	2. 界面活性剤の働きを考える。	<ul style="list-style-type: none"> ・界面活性剤の模型と油汚れに見立てた模型を実際に操作しながら、界面活性剤がどのように作用するかを考える。 ※机を手、油汚れの模型を先ほどのバター、空間全体を水中に見立てて行うよう伝える。 ・油汚れと疎水基（親油基）が引き合うこと、油汚れが手から引き離されること、疎水基（親油基）を内側に親水基を外側に向けた集まりである「ミセル」の内部に汚れが取り込まれ、水とともに流れていくことなどを確認する。
IV 合成洗剤とせっけんの違いについて	1. 硬水中と軟水中でのせっけんの泡立ちの違いを体感する。	<ul style="list-style-type: none"> ・硬水と軟水のそれぞれでせっけんを泡立てる。 ※せっけんはミネラル分が多い硬水では泡立ちにくいなど、いくつかの短所がある。これらの短所を補う働きをしているのが合成洗剤であることを説明する。
	2. 合成洗剤とせっけんの特徴の違いに気づく。	<ul style="list-style-type: none"> ・泡立てられたせっけんとは合成洗剤それぞれの袋に、酢を吹きかける。 ・実験から、せっけんはアルカリ性、合成洗剤はアルカリ性ではないことを確認する。 ※アルカリは動物の身体をつくっている大切な要素の一つであるたんぱく質を溶かすため、羊毛、絹などの動物性繊維にはダメージを与えると説明する。 ※せっけんとは合成洗剤にはそれぞれ長所と短所があることを伝える。
V まとめ	感想を共有し、学習のまとめを行う。	<ul style="list-style-type: none"> ・WSを受けて新しく知ったこと、初めて気づいたことなどについて発表する。

<生徒の振り返り>

表3は、WS終了時に共有した生徒の主な感想である。

表3 ワークショップ終了時の生徒の感想

- ① このワークショップをやって、せっけんは水とアルカリと脂肪酸からできているということが分かりました。
- ② 目が見えにくくなってから学校でこういう実験をすることが数回しかなくて、同じような人(目が見えない人)と話しながら実験をするのがとても楽しかったです。
- ③ 通常の授業では学べないことができてほんとはよかったです。特に楽しかったのは、前半のお酢の実験です。
- ④ コロナ禍に限らず手をしっかり洗うのは大切なのだと分かりました。
- ⑤ 洗剤やせっけんは家など色々なところにあるけれど、疑問に思っただけで確かめようと実験をしたことがなかったので、酢とか食塩水に反応したり、電子レンジで温めたら大きくなったり、身近なことでできる実験が分かりやすく楽しかったです。

WS開始時には「今(コロナウイルスの流行時)は別として普段はせっけんはいらない」「コロナがなかったら(せっけんがなくても)気にしなかった」という生徒の意見に他の複数の生徒が同意する姿があった。しかし、④の感想から、本WSを通してせっけんの成分や働きを知り、せっけんで手を洗う大切さを理解するというWSのねらいが達成されたと考えられる。また、②の感想からは、方法を工夫すれば自分でも実験ができることや共に学ぶ仲間存在に喜びを感じている生徒の様子が伺える。これは、科学ヘジャンプ事業の実施目的と合致するものである。

3. ワークショップ「解き明かせ! 船のミステリー」

(1) 題材設定の理由

鉄製の船が水に浮くのは「水より密度が大きい物体であっても、形を工夫すれば水に浮かせることができる」という性質に関係している。大学院生と教員の日常の対話の中で粘土の成形によってそれを簡単に確かめられると気づいたことが、本題材の提案のきっかけとなった。

このWSには、形や大きさの異なる様々な具体物が水に浮くか、沈むかという問に対して、児童生徒が意見交換しながら仮説を立て、実験によってそれを確かめていく活動が含まれる。また、水に浮く形を予想しながら粘土を自分で成形し、実験によって確かめてみ

ることもできる。これらの活動には、「自らが主体的に予測と確かめに関わる」「参加者同士の対話が生まれやすい」という特徴がある。

加えて、見えない・見えにくい児童生徒にとっては、船が水に浮いている姿を俯瞰的に観察する機会が身近でないために、「船がなぜ水に浮くのか」という疑問をもつこと自体が難しい可能性もある。そのため、両手に収まる狭い空間での実験を丁寧に積み重ねながら、手の届かない「船」に関心を持ち、その形や仕組みを想像できるようにする手順が重要となる。

以上のような理由から、本題材は、科学ヘジャンプで大切にされている方針を反映したWSになりうるのではないかと考えた。

(2) 主な工夫点と配慮事項

1) 複数の鉄製品の比較

鉄は水よりはるかに密度が大きい、その形状によって、水に浮いたり沈んだりする。そのことを、水の入った業務用の大鍋に様々な鉄製品を入れて確かめるという実験を計画した(図3)。選んだ鉄製品は、①鍋、②ステンレス板、③トレーニング用の重り、④スプーン、⑤茶筒、⑥グリルパンであった。

鉄鍋は、参加者に「とても重い」と感じてもらうことを期待して、直径27cm、高さ7.5cm、重さ2.1kgのものを用意した。



図3 鉄製品の浮き沈みを確認している様子

6製品の比較の後、「同一の物体でも形が変われば浮き沈みの様子も変わる」ことを確かめるために、160gサイズのスチール缶の蓋を閉じて水が入らないようにしたもの、それを金槌で平になるまでつぶしたものを水に入れて様子を比較するという実験を計画した。なお、特に全盲の児童生徒は、空き缶とそれをつぶしたものが同じ物体であると認識することが難しい可能性があるため、途中までつぶした缶も準備した。

2) 粘土を用いた浮き沈みの実験

鉄製品の実験で「水に浮く形」を漠然とイメージで

きた段階で、次は粘土を自分で成形して浮き沈みを確かめる実験を計画した。

本WSの導入で行う実験では、重量感があり低コストであるという理由から油粘土の使用を決めたが、水に入れたり出したりを繰り返すとベタベタして触感が悪く、成形がしにくいという難点があった。そのため、この実験では水をはじきやすく、成形の際にひび割れなどを起こしにくいナリカ社製のゴム粘土を使用することとした(1人あたり約36g)。

なお、ゴム粘土は丸めた状態では水に沈むが、厚さ2mm程度の板状に成形すると簡単に水に浮いてしまう。今回のWSでは「薄くて平らな形が浮く」という現象を取り扱わないため、鉄の浮き沈みを調べる実験に用いる鉄製品の中にステンレス板を含め、それが沈むことを先に確認することとした。

科学ヘジャンプ東海地区実行委員会主催のワークショップ検討会では水槽を使用したが、「(粘土が小さいから)沈むと探しにくいのではないか」という意見が出た。そのため、粘土と前述のスチール缶の実験には洗面器を、鉄製品の比較には業務用の大鍋を使用することとした。

3) 船の歴史

以上の実験から「水に浮く形」をイメージできるようになったところで船の話題に転換し、船の形状や大きさ、動力などを船の歴史に照らして具体的に想像できるような内容を計画した。補助教材として、手作りの丸木舟、市販の帆船模型と豪華客船模型を用意した(図4)。

ただし今回の模型には、各模型の縮尺が同一でない、市販の模型は内側が触れず「中が空洞」ということを確かめられない、帆船模型の帆が風に煽られて膨らんだイメージで作られている(固定されている)ため実際の構造が分かりにくい、などの難点があり、提示や説明の仕方に工夫が必要であると思われた。



図4 船の模型

左上: 丸木舟、右: 帆船(サンタマリア号)
左下: 豪華客船

(3) ワークショップシラバス

以上を踏まえて作成したシラバスを表4に示す。

(4) ワークショップの評価

参加者が本WSから得た学び、および内容・教材等の課題点について、ビデオカメラで記録した映像や児童生徒の発言等を参考にしながら考察する。なお、本WSは午前と午後の計2回実施したが、以下では午後のWSを取り上げる。参加者は小4から中3までの児童生徒5名であった(点字使用3名、墨字使用2名)。

<複数の鉄製品の比較>

6種類の鉄製品の浮き沈みを確かめる実験では、まず、児童生徒が積極的に意見を出し合って予想する様子が見られた。

鍋、重り、スプーンは、全員が「沈む」と予想した。一方、茶筒は全員が「浮く」と予想した。この時点で「空気」というキーワードが聞かれた。なお、ステンレス板とグリルパンについては、意見が分かれた。

スプーンの予想では「家庭科とかで洗いのするときだいたい沈むよね」という生徒の発言に、他の複数の児童生徒が同意する様子が見られた。また、グリルパンの予想では、グリルパンの形状からボウルを想起し、「ボウルに水を入れて、それを水の中に入れてらさ…」「沈むよね」「それ入れなかったら…」「あれ鉄かな?」「アルミ?」というやり取りが見られた。この2つの例では、鉄製のキッチン用品から食器洗いの場面を思い出している。すなわち、児童生徒にとって身近な鉄製品を用意したことによって、自らの生活経験と結び付けながら予想を立て、「関係付け」という理科の見方・考え方を働かせることができたと考えられる。

予想後の実験では、大きくて重い鍋が浮く様子に驚く姿が印象的であった。その後は、上下逆さまにすると沈む、水を入れると沈むなど、自由に実験を進めていた。小学生グループからも「中側に穴みたいなものがあると浮くのかもしれない」「だから船も浮くのか」「水入れたら沈没船、沈没鍋」というやり取りが聞かれ、この時点で鍋が水に浮く理由について、おおよそのイメージができていた様子が見えた。

「水に浮くための形」として児童生徒が最初に挙げたのは、やはり「くぼんでいる」「周りに壁がある」などの形状であった。しかし、スチール缶を水に入れる実験まで進むと、複数の参加者が「空気に関係していること」に気づいていた。なおスチール缶を平たくつぶしたものは、筆者らの予想通りつぶす前の缶と同じものであるとは理解できなかったようで、つぶしかけの缶を見せると「これなら分かる」と納得する声が複数聞かれた。

表4 「解き明かせ！船のミステリー」シラバス

テーマ	ねらい	学習活動／指導上の留意点
I 導入	ものの大きさと浮き沈みの関係を確認する。	<ul style="list-style-type: none"> ・水の入った洗面器に大きな塊の油粘土を入れ、沈むことを確かめる。 ・同じ粘土をミニトマト大の大きさにちぎって洗面器に入れ、再び沈むことを確かめる。 ※水より密度の大きい油粘土は大きさを変えても沈むことに気づかせる。 ※船は「重い」こと、「鉄でできている」ことを伝え、「船はなぜ浮くのか」という問を投げかける。
II メイン①：鉄の浮き沈みを調べよう	1. 6種類の鉄製品を水に入れる実験を通して、形による浮き沈みの特徴に気づく。	<ul style="list-style-type: none"> ・重さ、大きさ、形の異なる6種類の鉄製品を観察し、円滑なコミュニケーションのためにそれぞれの呼び方を決める。 ・本当に鉄製であるか、磁石をつけて確かめる。 ・6個の鉄製品が水に浮くか、沈むかを話し合っ予想し、分類する。 ・実際に水に入れて確かめ、結果を共有する。 ・予想と結果が異なっていたものを振り返りながら、浮くものの共通点について考える。 ※鉄の浮き沈みは「重さ」では決まらないことに気づかせる。
	2. 形を変えると浮いたり沈んだりすること、その法則に気づく。	<ul style="list-style-type: none"> ・ジュースの缶と、それを平らにつぶした缶の浮き沈みを予想する。 ・前者は浮くが後者は沈むことを確かめる。 ※鉄製品が水に浮くためには「形」が重要であることに気づかせる。
III メイン②：形を工夫して浮かせてみよう	水より密度の大きい粘土でも、形を変えると浮くという実験を通して、浮く形の特徴を探る。	<ul style="list-style-type: none"> ・ゴム粘土の塊を、まずは形を変えずに水の入った洗面器に入れ、沈むことを確認する。 ・鉄製品の実験の結果を踏まえ、どのように変形させると浮くかを話し合った後、実際に成形して水に入れる。 ・浮いた形の特徴を表す名前（○○型）を付ける。 ※船も、今粘土で作ったような形（くぼみのある形「茶碗型」、空気を閉じ込めた形「空気閉じ込め型」）であることを予告する。
IV 船の歴史	1. 丸木舟の模型を使って、昔の船の形、大きさ、動く向き、動力などを知る。	<ul style="list-style-type: none"> ・丸木舟の模型を観察し、縄文時代の舟が木製であったこと、「茶碗型」に似た、中央がくぼんだ細長い形であったことを確認する。 ※この形は現代のボートと似ていること、舟（船）はどれも細長い形で縦方向に進むこと、推定される丸木舟の大きさなどを説明する。 ・オールに見立てた木杓子を使って、舟のこぎ方を想像する。
	2. 帆船模型を使って動力の変化等を知る。	<ul style="list-style-type: none"> ・帆船模型を観察し、土台の細長い形が丸木舟と似ていることを確認する。 ・帆船は風の力を利用して進むことを確認する。 ・コロンブスがこの船を使用して冒険しアメリカ大陸を発見したことを聞いた上で、所要時間などを自由に想像する。
	3. 豪華客船の模型を使って現代の船の形を知り、大きさ、定員、設備、動力などを想像する。	<ul style="list-style-type: none"> ・豪華客船の模型を観察し、細長い形は昔から変わらないことを確認する。 ・現代の船は鉄製であること、「茶碗型」ではなく箱のような形（空気閉じ込め型）であることなどを知る。 ・豪華客船の大きさ、定員、設備、階層、動力などを自由に想像する。 ・「鉄製の重い船がなぜ浮くのか」という問について、前半の実験を思い出しながら改めて考える。
V まとめ	感想を共有し、学習のまとめを行う。	<ul style="list-style-type: none"> ・WSを受けて新しく知ったこと、初めて気づいたことなどについて発表する。

<粘土を用いた浮き沈みの実験>

ゴム粘土の成形では、皆それまでの実験でイメージした形を作り、それが実際に浮いたことに満足しつつ、楽しく活動している様子が見られた。「横に壁がある形」「茶碗みたいな形」「中が空洞」「肉なし餃子」など、適切な表現が共有されていた。

<船の歴史>

前半の実験と船の構造等を結びつける活動では、まず、丸木舟を観察した際に「やっぱり中に空洞がある」という発言が出た。「木のおいがする」「いいにおいだよね」という会話が聞かれ、本物の素材を使った模型に関心を持った様子が伺えた。

豪華客船の模型を提示した際に、「中の部分は見れないのかな。中の模型はないのかな。」と尋ねてきた児童がいた。今回使用した模型でも「細長い形」や「丸木舟と似ている」などの特徴は理解できていたが、「空気があるはずの部分」まで確認できないという弱点は事前に分かっていたため、何らかの工夫ができるとさるによかった。

III おわりに

今回提案した二つのWSは、いずれも参加者の興味・関心に合致しており、指導者が期待した通りの学びの機会を提供できたと考えられる。最後に、WSの立案から実施までに主体的に関わった学生たちにとっての学びや課題に焦点を当てながら述べていく。

「せっけんの不思議」では、盲学校における理科実験の実践研究等を参考に、見えない・見えにくい状況に配慮した化学実験を計画した。予備実験では安定した結果がなかなか得られず苦労しながら試行錯誤する姿が見られたが、再現性のある手順を確立するための検討を重ね、実践に臨むことができた。理科(化学)や家庭科など、教科学習の中で取り扱われている関連分野について調べ、まずは指導者となる学生自身がせっけんについて十分な知識を持たなければいけないという認識が高まっていく様子が見られた。分子模型を用いた活動では、教材の個数が多く製作に長時間を要したが、学生ならではのマンパワーで、生徒一人ひとりが十分な数の模型を手にして操作できるように準備を

整えることができた。

「解き明かせ! 船のミステリー」では、船を題材としながらも、実際には両手に収まる範囲でいくつかの実験を行って概念やイメージの形成を図り、その核となる体験を基にして船の様子を想像するという構成でWSを展開した。何をどの順番で体験すると参加者の知識が整理され、次のイメージにつながっていくかという視点で活動の流れを丁寧に議論する様子が見られた。また、模型だけでは不十分な状況の中、船の歴史をいかに想像してもらうか、どのような表現や具体例を持ち出すかといった配慮にも熱心に取り組んだ。

以上のように学生たちも、題材の背景となる知識を重視することや、児童生徒が主体的に学ぶ手段を提供することの意義など、科学ヘジャンプ事業が大切にしてきたポリシーを実践的に身につけ、大学における学びを補完する貴重な機会を得ることができたと考える。

文献

- 青松利明・清和嘉子(2018) 科学ヘジャンプ地域版フォーラムの報告. 視覚障害教育ブックレット, 38, 10-21.
- 浜田志津子(2011) 気体の発生とその性質: マイティパックを使った気体の発生. 視覚障害教育ブックレット, 16, 48-53.
- 鈴木昌和(2016) 知り隊おしえ隊 視覚障害がある生徒のための「科学ヘジャンプ」のチャレンジ. ノーマライゼーション: 障害者の福祉, 36(5), 46-49.
- 竹原かな・青柳まゆみ・幅良統(2020) 視覚障害生徒を対象とした「月の満ち欠け」の指導に関する研究—モデル教材の試作と指導実践の分析を通して—. 愛知教育大学研究報告 教育科学編, 69, 29-37.
- 鳥山由子(2020) 教科の指導. 青柳まゆみ・鳥山由子(編著) 新・視覚障害教育入門, ジアース教育新社, 67-82.

付記

本研究は、子どもゆめ基金の助成(視覚障害児童生徒のための「科学ヘジャンプイン静岡 2021」、令和3年度)により実施した実践の成果をまとめたものである。